

УДК 339.92

DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2023-3.2>

Поворозник М.Ю.

доктор філософії, докторант кафедри міжнародного обліку та аудиту,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ЛОГІКО-КОНЦЕПТУАЛЬНА СТРУКТУРА ІНДУСТРІЇ 4.0 У ГЛОБАЛЬНОМУ СУЧАСНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

У статті визначено, що діяльність у сфері науково-технологічного обміну є одним з визначальних критеріїв, за яким можна судити про еволюцію і структурну динаміку промислових революцій у різних країнах світу. Індустрія 4.0 є ж, таким рівнем розвитку технологій, компетентностей, відносин щодо управління їх розвитком, а також якісно новими характеристиками товарів та послуг, що детермінуються високим рівнем розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та ефективною інноваційною активністю. Тож, провідним вектором розвитку сучасного наукового дискурсу процесів еволюційного розвитку техніко-економічних парадигм є масштабне і свідоме використання технологій у суспільному виробництві. Одночасно спостерігається значна активізація процесів їх трансферу не тільки в якості одного з провідних напрямів управління технологіями, але й у сукупності суттєвої різноманітності структурних компонентів та факторів розвитку міжнародної економічної діяльності.

Ключові слова: глобалізація, глобальний ринок, промислова революція, індустрія 4.0, науково-технічний обмін.

IDENTIFICATION AND LOGICAL-CONCEPTUAL STRUCTURE OF INDUSTRY 4.0 IN THE GLOBAL MODERN ENVIRONMENT

Povoroznyk Mykola

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Activity in the field of scientific and technological exchange is one of the defining criteria by which one can judge the evolution and structural dynamics of industrial revolutions in different countries of the world. Industry 4.0 is the same level of development of technologies, competences, relations regarding the management of their development, as well as qualitatively new characteristics of goods and services, which are determined by the high level of development of information and communication technologies and effective innovative activity. At the individual level, the theoretical basis of Industry 4.0 clearly identifies specific functions and tasks thanks to the competence paradigm. It is about the fact that nowadays not only individuals can learn, but also organizations, institutions (in particular, this is successfully revealed in the concept of a learning organization), sectors of the economy, as well as entire countries (in particular, through the mechanisms of the higher education system). The sectoral and sectoral dimension of Industry 4.0 is also complemented by the fact that a wide but limited range of scientific and practical views has already undergone transformations, and greater qualitative changes are still expected. One of the results of the Fourth Industrial Revolution will be the overcoming of cross-border barriers to the international movement of goods, services and factors of production. It is primarily about the increasing spread of the idea of creating enterprises without human intervention based on the development of connected companies and countries through the mechanisms of supply chains and extensive sensor networks. Therefore, the leading vector of the development of the modern scientific discourse of the processes of evolutionary development of techno-economic paradigms is the large-scale and conscious use of technologies in social production. At the same time, there is a significant intensification of their transfer processes, not only as one of the leading directions of technology management, but also in the aggregate of a significant variety of structural components and factors of the development of international economic activity.

Key words: globalization, global market, industrial revolution, industry 4.0, scientific and technical exchange.

Постановка проблеми. Діяльність у сфері науково-технологічного обміну є одним з визначальних критеріїв, за яким можна судити про еволюцію і структурну динаміку промислових

революцій у різних країнах світу. У той час як у доіндустріальні часи та у період панування Першої промислової революції діяльність з трансферу технологій носила здебільшого випадковий

характер, то під час Другої промислової революції вона зазнає незначних трансформаційних змін під впливом нарощування як ринкового попиту на інноваційно містку продукцію, так і обсягів її державних закупівель. Своєю чергою, у період домінування Третьої промислової революції країни-лідери переходять до реалізації цілеспрямованого стратегічного курсу на всебічну державну і приватну підтримку науково-дослідної діяльності економічних суб'єктів. Ефективність останньої розглядається виключно через призму комерціалізації її результатів, хоча критеріями все ще залишаються показники щодо вартісних обсягів інвестування ДіР та рівня гнучкості економічної поведінки власників інноваційних рішень. Разом з тим, стратегічний характер діяльності у сфері науково-технологічного обміну з усією очевидністю викристалізовується лише у період розгортання Четвертої промислової революції, перетворившись у цей час на більш керований процес в межах розвитку інноваційних екосистем різних масштабів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці впливу процесів глобалізації на сферу інтелектуалізації, а також дослідженням інноваційної діяльності на різних рівнях та у кількох концептуальних площинах, приділено увагу багатьох як вітчизняних, так і зарубіжних вчених. Серед яких можемо відзначити Вільямс К., Лі С., Марьясис Д., Каутський К., Кузнець С., Маршалл А., Шумпетер Й., Тарасов І., Павлов К., Іванов С., Карасюк В., Лукияненко Д., Поручник А., Столярчук Я. та ін.

Постановка завдання. Метою дослідження є узагальнення теоретичного базису Індустрії 4.0.

Виклад основного матеріалу дослідження. Передумовами теоретичної ідентифікації на початку 2010-х років Четвертої промислової революції, відомої також як Індустрія 4.0, стали численні праці науковців. Зокрема, К. Сан у 2012 р. передбачив значне розширення можливостей для міжнародної логістики завдяки технологіям RFID та Інтернету речей. Своєю чергою, Кірсіка С. та Свідхар Р. доводять, що завдяки своїй міжнародній архітектурі хмарні технології дають змогу лідерам ринку ефективно управляти великими даними, здійснюючи при цьому моніторинг виробничих процесів, управляючи персоналом

та забезпечуючи інформаційну безпеку. Разом з тим, міжнародна архітектура Індустрії 4.0 зароджуються на мікрорівні, тож її агрегація формує новітні інноваційні тренди, задані економічними суб'єктами зі статусом світових лідерів (табл. 1).

На рівні особистості теоретичний базис Індустрії 4.0 чітко ідентифікує конкретні функції та завдання завдяки компетентнісній парадигмі. Йдеться про те, що нині навчатись можуть не лише окремі індивіди, але й організації, інституції (зокрема, це вдало розкрито в концепції організації, що навчається), сектори економіки, а також цілі країни (зокрема, через механізми системи вищої освіти). Зокрема, на прикладі робототехніки можемо спостерігати надзвичайно велике різноманіття функцій, котрі мають бути реалізовані суб'єктами будь-якого сектору економіки, а саме: технічних (трансфер технологій між фізичним та цифровим світами, програмування та проєктування роботів, автоматизація та комунікування даних та мереж); формування бізнес-навичок (усвідомлення важливості технологій); проєктування (розуміння впливу технологій, взаємодія людина-робот, користувацькі інтерфейси); розв'язання проблем (навички наукових процесів, експериментування, креативність, управління знаннями); формування когнітивних навичок (впевненість у собі, самоменеджмент та самомотивування; управління знаннями, судження, регулювання, свідомість, відповідальність); системне мислення та технологічна грамотність.

Попри те, що у теоретичному дискурсі питання становлення та розвитку Індустрії 4.0 є доволі молодим науковим напрямом, на сьогодні спостерігається швидкий розвиток досліджень в цьому напрямі. Одним з демонстрацій цього є динаміка згадувань поняття «трансфер технологій» серед ключових слів у публікаціях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах даних (табл. 2).

В основному воно цікавить політиків та представників промисловості й бізнесу, котрі на практиці намагаються у будь-який спосіб здобути глобальні конкурентні переваги від переведення своєї діяльності на якісно нові парадигмальні засади. Подібного роду висновки робимо з того, що аналіз досліджень Індустрії 4.0, що проводився у 2018 р., виявив доволі незначну кількість публікацій [3]. Однак, в наступні роки їх кількість

Таблиця 1

Архітектура розбудови Індустрії 4.0

№	Рівень	Ключова функція	Ключова характеристика
1	Посєднання	Зв'язок	З'єднання обладнання
2	Конверсія	Інформування	Виявлення інформації
3	Кібер	Контроль	Автоматизація системи
4	Пізнання	Раннє попередження	Прогнозне обслуговування
5	Конфігурація	Самоналаштування	Інтелектуальне виробництво

Джерело: складено автором за [1; 2]

Таблиця 2

Динаміка кількості публікацій за напрямком Індустрія 4.0

Рік	Кількість публікацій (за ключовим словом «Industry 4.0»)	Темп зростання, % відносно попереднього року	Кількість публікацій (за ключовим словом «Industry 5.0»)	Темп приросту, % відносно попереднього року	Кількість публікацій (за ключовим словом «Technology transfer»)	Темп приросту, % відносно попереднього року
2012	1	-	-	-	1229	-2
2013	10	900	-	-	1732	41
2014	31	210	-	-	1345	-22
2015	110	254	-	-	1599	19
2016	317	188	1	-	1584	-1
2017	712	124	-	-	1513	-4
2018	1615	126	1	-	1742	15
2019	3380	109	18	1700	1825	5
2020	3685	9	37	106	1624	-11
2021	3729	1	93	151	1645	1
2022	2598	-30	327	252	1445	-12
2023	51	-98	21	-94	53	-96

Джерело: побудовано автором за даними наукометричної бази даних Scopus станом на 09 жовтня 2022 р. та 03 січня 2023 р.

зросла в рази, хоча в останні два роки приріст дещо сповільнився. При цьому серед усіх галузей знань на кінець 2022 р. домінують лише кілька (інженерія, комп'ютерні науки; бізнес, менеджмент та бухгалтерський облік; науки про рішення; математика), на які у сукупності припадає понад 73% публікацій у наукометричній базі Scopus за тематикою Індустрії 4.0.

Принагідно відзначимо, що попри доволі ґрунтовні дослідження західних і вітчизняних учених фундаментальних процесів розбудови у глобальних координатах Індустрії 4.0, дотепер відсутнє однозначне, загальноприйняте і розгорнуте визначення даної категорії (табл. 3). Більше того, різні учені, залежно від об'єкту і предмету власних наукових досліджень, акцентують свій дослідницький інтерес на тому чи іншому аспекті Четвертої промислової революції, що лежить в основі кваліфікації її змістовної сутності як своєрідного колективного терміну, що охоплює сукупність технологій та концепцій організації ланцюга вартості [4].

Тож з урахуванням величезної різноманітності сучасних методологічних підходів до кваліфікації категорії «Індустрія 4.0» пропонуємо її власне авторське визначення. Воно полягає у такому: Індустрія 4.0 є таким рівнем розвитку технологій, компетентностей, відносин щодо управління їх розвитком, а також якісно новими характеристиками товарів та послуг, що детермінуються високим рівнем розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та ефективною інноваційною активністю. Тож матеріальним ядром економічної сутності Четвертої промислової революції є процес глибокої інтеграції фізичної та цифрової

фабрик в єдину кіберфізичну систему. Представники академічного та промислового секторів (Віхман Р., Айзенбарт Б., Геріке К., Саутер Р., Шмідт Р., Ляо Ю., Дешам Ф. та ін. [9]) сходяться у думці, що її результатом стане загальна зміна парадигми процесів виробництва і збуту товарів і послуг. При цьому світові виробники вже сьогодні відчувають небачене раніше зростання можливостей з кращого задоволення потреб споживачів, хоча для більшості економічних суб'єктів все ще актуальним є питання прискорення впровадження у своїй діяльності інноваційних розробок, у тому числі на основі механізмів конкуренції та інструментів взаємодії винахідників, підприємців та суб'єктів ринку капіталу.

Часові рамки промислових революцій важко піддаються чіткій ідентифікації, особливо коли йдеться про Індустрію 4.0. Так, ще у 2014 р. значна частина наукового співтовариства була однастайна у думці, що Четверта промислова революція ще не стартувала, хоча й володіє багатьма потенційними можливостями та наслідками. З огляду на це значної актуальності набувають питання щодо проектування компонентів економічної системи, котра буде сформована у результаті Четвертої промислової революції (табл. 4); а у Європейському Союзі вже сьогодні йдуть активні наукові пошуки перспектив, ресурсів і моделей переходу економіки до Індустрії 5.0.

Найчастіше до сукупності технологій Індустрії 4.0 відносять технології, які пов'язані між собою завдяки інтенсивному використанню ІКТ, а саме: кіберфізичні системи, інтернет речей, інтернет послуг, робототехніку, адитивне виробництво, big data та аналітику, хмарні обчислення,

Таблиця 3

Огляд підходів до визначення концепції Індустрія 4.0

Джерело	Змістовна сутність концепції Індустрія 4.0
1	2
План «Стратегія високих технологій – 2020»	Зміна парадигми від централізованої до децентралізованої промисловості та розумного виробництва, яке стає нормою у світі, де інтелектуальні машини, системи та мережі на основі ІКТ здатні незалежно обмінюватися інформацією та реагувати на неї для керування процесами промислового виробництва
McKinsey & Company	Наступний етап діджиталізації промислового сектору, спричинений чотирма передумовами: вражаючим зростанням обсягів даних, обчислювальної потужності та підключеності; появою нових можливостей аналітики та бізнес-аналітики; новими формами взаємодії людини і машини (на рівні сенсорних інтерфейсів та систем доповненої реальності); удосконалення передачі цифрових рішень у фізичний світ (у тому числі з використанням робототехніки та 3-D друку)
Платформа Industrie 4.0	Інтелектуальна мережевізація машин і процесів для промислового сектору за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій
Промисловий Інтернет-консорціум	Інтеграція комплексних фізичних машин і пристроїв з мережевими датчиками та програмним забезпеченням, які використовуються для прогнозування, контролю та планування кращих результатів для бізнесу і суспільства
Бостонська консалтингова група (BCG)	Нова цифрова промислова технологія, яка базується на дев'яти основних технологічних досягненнях: великі дані та аналітика, моделювання, автономні роботи, горизонтальна та вертикальна системна інтеграція, промисловий Інтернет речей, кібербезпека, хмарні технології, адитивне виробництво та доповнена реальність
Кангерманн Х., Уолстер В., Йоганнес Х. [5]	Механізм використання потенціалу комунікаційних технологій та інноваційних винаходів для стимулювання розвитку обробної промисловості
Меркель А., Конференція ОЕСР 2014 р.	Комплексна трансформація всієї сфери промислового виробництва шляхом злиття цифрових технологій та Інтернету з традиційною промисловістю, яка забезпечує цифрову інтеграцію усіх економічних суб'єктів та усіх ланок глобальних вартісних ланцюгів
Бреттель М., Фрідеріхсен Н., Келлер М., Розенберг М.	Діджиталізація продуктів і процесів та їх фокусування на створенні інтелектуальних продуктів і виробничих процесів
Шмідт Р., Мерінг М., Гергінг Р., Райхштайн К., Ноймаєр П., Йозінович Й.	Вбудовування розумних продуктів у цифрові та фізичні процеси
Торо К., Барандіаран І., Посада Дж.	Інтеграція складних машин і пристроїв із датчиками та мережами програмного забезпечення, які використовуються для прогнозування, контролю та покращення планування бізнесу та результатів у суспільстві
Германн М., Пентек Т., Отто Б.	Цілісна система інформаційних технологій, індивідуумів, машин та інструментів, де кіберфізичні системи відстежують фізичні процеси, створюють віртуальну копію фізичного світу та приймають децентралізовані рішення
Сандерс А., Елангесваран Г., Вульфсберг Дж.	Промислова революція із застосуванням принципів кіберфізичних систем, Інтернету, орієнтованих на майбутнє технологій, розумних систем та розширених парадигм взаємодії людини та машини
Цінг Дж., Лю Ю., Гросвенор Р. [2]	Концепція виробництва, яка базується на інформаційному обміні, керованих машинах й інтелектуально інтегрованих виробничих одиницях, яка передбачає стимулювання виробничих процесів на основі розумного збирання й оброблення даних, прийняття розумних рішень та їх виконання без жодних сумнівів
Ванг Б. [6]	Повне використання новітніх технологій та швидкий розвиток машин та інструментів подолання глобальних викликів з метою покращення рівня розвитку галузі. Ядром концепції є використання передових інформаційних технологій для розширення ринкового сегменту Інтернету речей
Мургальська Б., Вирвіцька М.	Забезпечення конкурентоспроможності у будь-якій сфері завдяки використанню сучасних та більш складних машин та інструментів з вдосконаленим програмним забезпеченням та мережевими датчиками (які можна використовувати для планування, прогнозування, коригування та контролю суспільних результатів і бізнес-моделей), а також розбудови вартісних ланцюгів, якими можна управляти упродовж усього життєвого циклу продукту

Продовження Таблиці 3

1	2
Чжун Р.Й., Сюй Х., Клотц Е., Ньюмен С.Т.	Цілісна система, яка поєднує технології вбудованої виробничої системи з інтелектуальними виробничими процесами з метою розбудови нової технологічної епохи, здатної фундаментально трансформувати сформовані у різних секторах глобальної економіки вартісні ланцюги та бізнес-моделі
Сантос К., Мехрсай А., Баррос А.К., Араухо М., Арес Е.	Комплексна концепція та нова тенденція у світовій промисловості, заснована на інтеграції набору технологій, які дозволяють створювати екосистеми інтелектуальних, автономних та децентралізованих фабрик, а також інтегрованих продуктів та послуг
Вортманн А., Комбемале Б., Баре О.А.	Бачення виробництва, у якому розумні взаємопов'язані виробничі системи оптимізують усі ланки вартісних ланцюгів з метою зменшення транзакційних витрат бізнес-діяльності та часу виходу на ринок
Лу Дж.	Інтегрований, адаптований, оптимізований, орієнтований на сервіс та сумісний виробничий процес, який пов'язаний з алгоритмами, великими даними та високими технологіями
Лайневейбер С., Вінбрух Т., Лінс Д., Креймайер Д., Куленкьоттер Б.	Специфічний зв'язок виробництва та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, який забезпечує глибоку конвергенцію інтелектуальних та цифрово-інтегрованих систем та формування на цій основі самоорганізованого виробництва
Ісса А., Хатібоглу Б., Білдштайн А., Бауерхансь Т.	Рівень зрілості інформаційних технологій, що призводить до трансформації ключових виробничих процесів
Трунзер Е., Кала А., Лейтао П. та ін. [7]	Особлива архітектура автоматизованих виробничих систем, котрі забезпечують обмін даними між підприємствами, координацію процесу продукування послуг та розширення виробничих можливостей в режимі реального часу на локальному та глобальному рівнях
Лоу Л., Дісон К. [8]	Нова якість підготовки працівників, від яких вимагаються принципово інші компетенції з домінуванням технологічних та «м'яких» навичок

Джерело: побудовано автором

Таблиця 4

Принципи проєктування компонентів Індустрії 4.0

Компоненти	Кіберфізичні системи	Інтернет речей	Інтернет послуг	Розумна фабрика
Сумісність	x	x	x	x
Віртуалізація	x			x
Децентралізація	x			x
Можливість роботи в режимі реального часу				x
Орієнтація на обслуговування			x	
Модульність			x	

Джерело: побудовано автором за даними [4]

змінену та доповнену реальність, симуляційне моделювання, штучний інтелект та машинне навчання. З позицій розвитку Індустрії 4.0 необхідно усвідомлювати дійсний стан справ та теоретично можливі сфери спеціалізації у глобальних координатах. Водночас у структурі технологій Індустрії 4.0 можна виокремити технології нижнього (первинного) рівня та більш розвинені технології вищого рівня, але у будь-якому разі практично всі вони є перспективними, адже досягнені рівні розвитку виробничих систем відповідають менш комплексним концепціям, які відно-

сять до виробничих технологій індустриального суспільства.

Секторально-галузевий вимір Індустрії 4.0 також доповнюється тим, що широкі, але обмежені коло наукових та практичних поглядів вже зазнало трансформацій, а більші якісні зміни ще очікуються. Приклади концепцій, що вже зазнали змін та впливають на подальший розвиток теоретичного дискурсу Індустрії 4.0, включають такі як: Банкінг 4.0, Безпека 4.0, Бібліотека 4.0, Будівництво 4.0, Композитні матеріали 4.0, Їжа 4.0, Енергетика 4.0, Логістика 4.0, Ланцюг поставок 4.0,

Маркетинг 4.0, Менеджмент 4.0, Закупівлі 4.0, Знання 4.0, Освіта 4.0, Охорона здоров'я 4.0, Сільське господарство 4.0, Фабрика 4.0, праця 4.0, Нафта і газ 4.0, Якість 4.0, Web 4.0 та ін.

Усіх їх поєднує передусім те, що вони з'явилися в якості концептуального доповнення більш загальних теорій – Промисловості 4.0 та Послуг 4.0. Крім того, новітні концепції засвідчують значний якісний розвиток концепцій, що існували до початку Четвертої промислової революції, а отже – їх можна розглядати з таких аспектів локального та глобального масштабу як: діяльність у сфері управління технологіями; фаза ланцюга вартості певного процесу, товару чи послуги; процес управління проектом; процес управління системою. Йдеться, зокрема, про те, що розгортання Четвертої промислової революції супроводжується кардинальним якісним розширенням економічної діяльності на основі практичної реалізації таких концепцій як цифрова економіка, циркулярна економіка, платформна економіка, економіка спільної участі та економіка задоволення попиту.

У розвитку зазначених напрямів економічної діяльності спостерігаються доволі глибокі міжкрайові асиметрії [10], зокрема, одна група держав дотримується реалізації стратегій заохочення інноваційної економіки зверху – вниз (її часто називають «легкою» – Бельгія, Данія, Нідерланди, Португалія та ін.), а друга – ініціатив, що надходять з мікрорівня, тобто знизу – вгору (Італія, Китай, Німеччина та ін.). Особливу ж диспозицію міжкрайових асиметриях посідають США, які намагаються ефективно використовувати переваги обох підходів з урахуванням традиційно сильного корпоративного сектору. Однак, на нашу думку, новий тип суспільства має бути не тільки розумним, але дійсно керуватись принципами сталого розвитку, тобто ставити в якості стратегічного пріоритету соціально-економічного розвитку держав його якість, а не кількісні виміри,

з обов'язковим урахуванням компліментарності впливу просторово-людських, економічних, технологічних та мега-трендів (табл. 5).

Одним з результатів Четвертої промислової революції стане подолання транскордонних бар'єрів на шляху міжнародного руху товарів, послуг та факторів виробництва. Йдеться насамперед про дедалі більше поширення ідеї щодо створення підприємств без людського втручання на основі розвитку пов'язаних компаній та країн механізмами постачальницьких ланцюгів та розгалужених сенсорних мереж. Так, в умовах, коли можуть спостерігатись різного роду обмеження на фізичне переміщення товарів через митні кордони, саме технології Індустрії 4.0 забезпечать транскордонний трансфер наукових ідей та цілих інноваційних систем, включаючи програмне забезпечення з захищеними виробничими мережами. Наприклад, технології 3D-друку здатні створити безмежний потенціал для проектування систем з запчастинами та промисловим обладнанням.

Швидкість розповсюдження технологій Індустрії 4.0 стикається з обмеженнями, що викликані дією закону вартості. Так хоча експерти Всесвітнього економічного форуму ще у 2015 р. прогнозували, що до 2020 р. близько 200 млрд дол. США витратяться на big data, понад 3 млрд працівників перебуватимуть під наглядом роботизованих керівників, а 59% промисловців США використовуватимуть різні типи робототехніки, подібного роду оцінки вважаємо явно переоціненими. Настільки високу структурну динаміку поширення технологій Індустрії 4.0, навіть за умов всебічного стимулювання конкурентними механізмами глобального ринку, стримують процеси розширеного відтворення капіталу, значні обсяги якого потрібні для реалізації переходу на них. Крім того, досвід переходу від Індустрії 1.0 до Індустрії 2.0 і далі до Індустрії 3.0 демонструє таке: хоча нові технології визнаються і добре сприймаються суспільством, однак процеси циф-

Таблиця 5

Ключові тренди, що формують майбутнє

Просторово-людські	Економічні	Технологічні	Мета-тренди
Демографія	Економіка і зайнятість	Платформи та конвергентність	Дефіцит і достаток
Тренди споживання	Фінансові та інвестиційні потоки	Технологічні тренди	Криза довілля
Бренди	Торговельні блоки та потоки	Науки про життя та охорона здоров'я	Задоволення і прагнення
Мобільність та потоки	Створення та розподіл багатства	Енергія та сила	Виклики урядування
Відкриті системи проти закритих систем	Глобалізація		Ризик та безпека
Централізоване проти розподіленого			Роль бізнесу

Джерело: побудовано автором

рової трансформації у даному аспекті суттєво відстають з причин невдоволення ними значною частиною суспільства (насамперед тих верств населення, котрі неспроможні забезпечити перехід на нові гаджети через брак компетенцій та фінансових ресурсів).

Висновки з проведеного дослідження. Підбиваючи підсумок, слід особливо наголосити, що провідним вектором розвитку сучасного науко-

вого дискурсу процесів еволюційного розвитку техніко-економічних парадигм є масштабне і свідоме використання технологій у суспільному виробництві. Одночасно спостерігається значна активізація процесів їх трансферу не тільки в якості одного з провідних напрямів управління технологіями, але й у сукупності суттєвої різноманітності структурних компонентів та факторів розвитку міжнародної економічної діяльності.

References:

1. Lee J., Bagheri B., Kao H.-A.A (2015) Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, vol. 3, pp. 18–23.
2. Qin J., Liu Y., Grosvenor R.A. (2016) *Categorical Framework of Manufacturing for Industry4.0 and Beyond*. Procedia CIRP, pp. 173–178.
3. Demirbağ S., Nihan Y. (2018) Industry 4.0: Literature Review and Thematic Analysis. Conference: *Engineering and Technology Management Summit*. P. 272–281.
4. Hermann M., Pentek T. & Otto B. (2015) *Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review*. Working Paper. January. Technische Universität Dortmund, Dortmund.
5. Kangermann H., Wahlster W., Johannes H. (2013) *Recommendations for Implementing the Strategic Initiative Industrie 4.0 Forschungsunion*.
6. Wang B. (2010) Can CDM bring technology transfer to China? – An empirical study of technology transfer in China's CDM projects. *Energy Policy*, no.38(5), pp.2572–2585
7. Trunzer E., Calà A., Leitão P. et al. (2019) System architectures for Industrie 4.0 applications. *Production Engineering Res. Devel*, no. 13, pp. 247–257.
8. Louw L., Deacon Q. (2020) Teaching Industrie 4.0 technologies in a learning factory through problem-based learning: case study of a semi-automated robotic cell design. *Procedia Manufacturing*, vol. 45, pp. 265–270.
9. Sauter R., Bode M. and Kittelberger D. (2015) How Industrie 4.0 Is Changing How We Manage Value Creation. *Horvárt*, no. 1, pp. 3–11.
10. Yang F., Gu S. (2021) Industrie 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex & Intelligent Systems*, vol. 7, pp. 1311–1325.

E-mail: andavydenko@kneu.edu.ua